饲粮碘添加水平对生长獭兔生长性能、屠宰性能、肌肉品质和皮张质量的影响[1]

申　垒[1,2]　刘公言[1,2]　左文山[1,2]　赵晓宇[1,2]　刘　磊[1,2]　李福昌[1,2*]

（1.山东农业大学动物科技学院，泰安 271018；2.山东省动物生物工程与疾病防治重点实验室，泰安 271018）

摘　要：本试验旨在研究饲粮碘添加水平对3~5月龄生长獭兔生长性能、屠宰性能、肌肉品质和皮张质量的影响。选用体重相近的健康3月龄獭兔200只，随机分为5组，每组40个重复，每个重复1只。各组分别饲喂在基础饲粮中添加0、0.2、0.4、0.8、1.6 mg/kg碘(以碘化钾的形式)的试验饲粮。预试期7 d，正试期53 d。结果表明：1）在初始体重(IBW)无显著差异(P>0.05)的前提下，饲粮碘添加水平对獭兔的终末体重(FBW)有显著影响(P<0.05)，对平均日采食量(ADFI)有极显著影响(P<0.01)，对平均日增重(ADG)和料重比(F/G)均没有显著影响(P>0.05)；0.8 mg/kg组獭兔的ADG和ADFI最高，F/G最低。2）饲粮碘添加水平对獭兔的后腿肌肉率和红度值有显著影响（P<0.05），对前腿肌肉率有极显著影响（P<0.01），对全净膛率、背腰肌肉率和肌肉品质指标［pH、失水率以及肉色(亮度、黄度值)］均没有显著影响(P>0.05)。3）饲粮碘添加水平对獭兔的皮张面积、毛被白度和撕裂强度有极显著影响（P<0.01），且最大值分别在0.8、0.4和0.4 mg/kg组。饲粮碘添加水平对獭兔的皮张重量和皮板厚度有显著影响（P<0.05），对毛囊密度、毛被光泽度、毛被长度、撕裂断点厚度、抗张强度及规定负荷伸长率均没有显著影响（P>0.05）。综合本试验测定指标，3~5月龄生长獭兔饲粮适宜的碘添加水平为0.8 mg/kg（饲粮中碘的实测值为0.92 mg/kg）。

关键词：碘；生长獭兔；生长性能；肌肉品质；皮张质量

中图分类号：S829.1

碘是人和动物体内不可缺少的微量元素，几乎参与所有营养物质的代谢，从而影响动物的生长发育、繁殖和机体健康等。碘在动物体内主要用于合成甲状腺素，而机体内具有生物活性的碘化合物也主要是甲状腺素。因此，碘的生理作用主要是通过影响甲状腺素的合成来实现。微量元素碘是动物营养中最重要的微量元素之一，是动物机体营养代谢、生长发育及

收稿日期：2017-07-19

基金项目：现代农业产业技术体系建设专项（CARS-44-B-1）；山东省“双一流”奖补资金

作者简介：申　垒（1992-），男，山东曲阜人，硕士研究生，从事家兔营养与代谢研究。E-mail: 522580677@qq.com

*通信作者：李福昌，教授，博士生导师，E-mail: chlf@sdau.edu.cn

繁衍后代所必需的微量元素[1]。孙全文[2]指出，缺碘会影响动物皮毛的正常生长，导致被毛皮肤干燥、污秽，生长缓慢，掉毛甚至全身脱毛，皮肤增厚，毛发、羽毛失去光泽，周身被毛纤维化等。朱卫华等[3]指出，母猪缺碘会造成预产期推迟，所产仔猪全身无毛或少毛，体质极弱，产后 1~3 d 内死亡，并伴有全身皮肤水肿。奚刚等[4]的研究表明，饲粮中添加 0.15 mg/kg 的碘可以预防母猪出现碘缺乏症。近年来，关于猪、鸡、牛等畜禽及反刍动物对碘的需要量的研究以及用鼠来研究缺碘和高碘引起的甲状腺肿大发病机理的报道较多，但有关兔对碘的需要量的研究尚不多见。现有的含有碘的家兔饲养标准中，碘的需要量差异也很大。美国 NRC(1994)和法国 INRA(1984)推荐的家兔对碘的需要量是 0.2 mg/kg，南京农业大学和原江苏农学院制定的我国各类家兔建议营养供给量中，建议的家兔碘营养供给量也是 0.2 mg/kg，而法国 AEC(1993)推荐的家兔对碘的需要量是 1.0 mg/kg。因此，本试验通过研究饲粮碘添加水平对 3~5 月龄生长獭兔生长性能、屠宰性能、肌肉品质和皮张质量的影响，探讨 3~5 月龄生长獭兔饲粮适宜的碘添加水平，为我国獭兔饲养标准的制定提供合理的依据。

1 材料与方法

1.1 试验饲粮

基础饲粮参照 NRC（1977）[5]和 De Blas 等[6]的生长兔饲养标准配制而成，基础饲粮组成及营养水平见表 1。在基础饲粮中以碘化钾的形式添加碘配制试验饲粮，试验饲粮中碘的添加水平分别为 0、0.2、0.4、0.8、1.6 mg/kg，制成碘实测值分别为 0.13、0.32、0.51、0.92 和 1.70 mg/kg 的 5 种试验饲粮，并用制粒机将饲粮压制成直径 4~6 mm 的颗粒饲料，在通风干燥避光处储存备用。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)　%

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels[2)]	含量 Content
玉米 Corn	12.0	消化能 DE/(MJ/kg)	10.23
大豆粕 Soybean meal	18.0	粗蛋白质 CP	17.23
小麦麸 Wheat bran	15.0	粗纤维 CF	18.82
大麦（皮） Barley grain (husk)	4.0	粗灰分 Ash	13.54
苜蓿 Alfalfa	10.0	粗脂肪 EE	2.95
玉米胚芽粕 Corn germ meal	20.0	赖氨酸 Lys	0.60
稻壳粉 Rice husk powder	15.0	蛋氨酸 Met	0.25

豆油 Soybean oil	1.0	钙 Ca	0.92
预混料 Premix[1)]	5.0	磷 P	0.45
合计 Total	100.0		

[1)]预混料为每千克饲粮提供 Premix provided the following per kg of the diet：VA 8 000 IU，VD_3 900 IU，VE 50 mg，VK_3 2 mg，VB_1 5 mg，VB_2 10 mg，VB_3 50 mg，VB_5 20 mg，I 0.6 mg，VB_{11} 2 mg，VB_{12} 0.01 mg，Fe 50 mg，Zn (as zinc sulfate) 40 mg，Cu 30 mg，Mn 4 mg，Se 0.4 mg，Co 0.1 mg，$CaHPO_4$ 15 000 mg，NaCl 5 000 mg，Lys 1 400 mg，Met 1 400 mg，氯化胆碱 choline chloride 500 mg，杆菌肽锌 bacitracin zinc 300 mg，其余为杂粕载体补足 the rest is miscellaneous meal carrier complement.

[2)] 消化能为计算值，其余为实测值。DE was a calculated value, while the others were measured values.

1.2 试验设计与饲养管理

试验选取平均体重为 1 759.3 g 的 3 月龄健康状况良好的生长獭兔 200 只，公母各占 1/2，按性别和体重随机分为 5 组，每组 40 个重复，每个重复 1 只。各组分别饲喂碘添加水平不同的 5 种饲粮。试验兔单笼饲养，试验期间早、晚各饲喂 1 次。试验前对兔舍进行彻底清洗和消毒，试验期间自然采光和通风，自由采食和饮水，每周带兔消毒兔舍 1 次。预试期 7 d，正试期 53 d，每周定时记录期间的耗料量和体增重。试验结束当天，每组选取接近整组平均体重的试验兔各 8 只，屠宰，用于测定屠宰性能、肌肉品质及皮张质量指标。

1.3 测定指标和方法

1.3.1 生长性能指标

称量并记录试验开始和试验结束的体重，并统计试验期的喂料量，计算平均日采食量（ADFI）、平均日增重（ADG）和料重比（F/G）。

1.3.2 屠宰性能和肌肉品质指标

试验兔于屠宰前空腹 12 h 后称重，记为宰前活体重。全净膛胴体重为试验兔放血、去皮、四肢、头、心脏、肺脏、肝脏、肾脏和消化道及内容物后的重量。背腰肌肉重为胴体两侧背腰肌剥离下的重量。分别将胴体两前腿和两后腿分割，剔去骨的肌肉重量即为前、后腿肌肉重。然后，分别计算其占宰前活体重的比率即为全净膛率、背腰肌肉率、前腿肌肉率和后腿肌肉率。

pH：于宰后 45 min 立即用 Mettler MP 120 型酸碱度计测背腰最长肌第 5 肋骨处的 pH，将探头插入肌肉 3 mm 读数（$pH_{45\ min}$）。24 h 后在同一部位再次读数（$pH_{24\ h}$）。

失水率：屠宰后 4 h，取眼肌，顺样品肌纤维方向切成 3 cm×1 cm×1 cm 长条后称重记为 M_1，用铁丝钩住肉条一端，悬空挂于纸杯中，用保鲜膜将纸杯口密封(肉样不得与纸杯壁接

触)，置于 4 ℃冰箱中 24 h，取出样品进行称重记为 M_2，通过下面公式计算失水率：

失水率（%）=（M_1—M_2）/M_1×100。

肉色：屠宰后45 min用日本产CR-10型号色差仪，利用CIE-Lab输出模式，从背腰最长肌处切开3个切面分别记录亮度（L^*）、红度（a^*）、黄度（b^*）值。

1.3.3 皮张质量指标

试验兔屠宰后，将剥下的兔皮称重，即为皮张重量。鲜皮桌面平铺，然后用软尺测量其长度和宽度，长度量取颈部至尾根处，宽度量取腹中部最窄处，计算皮张面积。用直尺测量皮张被毛长度，即毛被长度，取 3 个位置平均值作为最终结果。将兔皮毛剪净之后，用 MH-YDI 数字式皮革厚度测定仪（陕西科技大学）测定皮板厚度。毛囊密度测定采用多聚甲醛固定制作石蜡切片，苏木精-伊红（HE）染色后，在显微镜下统计所得，取 3 个位置平均值作为最终结果。

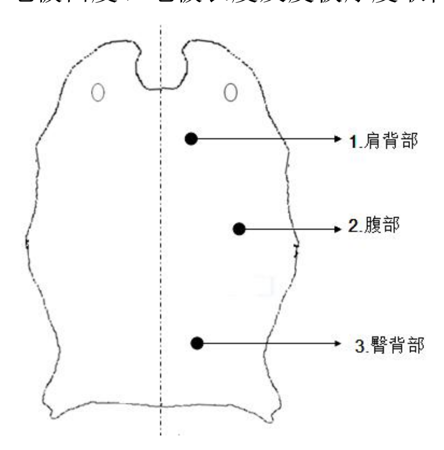
毛被光泽度使用 HP-386 多角度光泽度仪（上海谱熙光电科技有限公司）测定：将皮张铺平，在獭兔皮毛被上选择 3 个位置进行测定，记录 20° 时的数据，取 3 个位置平均值作为最终结果。

毛被白度在 SBDY-1 数显白度仪上，按如下步骤操作：1）打开色度色差分析仪预热 30 min；2）打开标准导向，用标准白板和标准黑板进行仪器校准，以标准白板作为样品标准，将皮张毛被捋顺，放在仪器上测定白度，记录 a、b、L 值，其中设定系统参数为：10° 视场、D65 光源，测色次数为 3 次。白度计算公式如下：

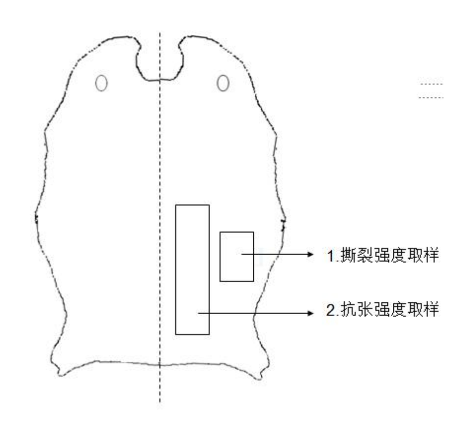
$$白度=100-\sqrt{(100-L)^2+a^2+b^2}$$。

按照 QB/T 1269-2012 的方法在 AI-7000S 电子万用拉力机（高铁科技股份有限公司）上测定皮板的抗张强度、撕裂强度、规定负荷伸长率。

毛囊密度、毛被光泽度、毛被白度、毛被长度及皮板厚度取样示意图：



皮板撕裂强度、抗张强度取样示意图：



1.4　数据处理

用 SAS 9.1.3 统计软件中的 GLM 进行数据的方差分析，用 Duncan 氏法进行数据的多重比较。

2　结　果

2.1　饲粮碘添加水平对生长獭兔生长性能的影响

由表 2 可知，在初始体重（IBW）无显著差异（*P*＞0.05）的情况下，饲粮碘添加水平对獭兔的 ADG 和 F/G 均没有显著影响（*P*＞0.05）。随着饲粮碘添加水平的升高，ADG 有先升高后降低的趋势，在 0.8 mg/kg 组达到最高值；F/G 有先降低后升高的趋势，并且在 0.8 mg/kg 组达到最低值。0.8 mg/kg 组獭兔的 FBW 显著高于其他 4 组（*P*＜0.05）。饲粮碘添加水平对 ADFI 有极显著影响（*P*=0.000 1），同样在 0.8 mg/kg 组达到最高值。

表2　饲粮碘添加水平对生长獭兔生长性能的影响

Table 2　Effects of dietary iodine supplemental level on growth performance of growing Rex rabbits (*n*=40)

项目 Items	饲粮碘添加水平 Dietary iodine supplemental level/(mg/kg)					均方根误差 R-MSE	*P* 值 *P*-value
	0	0.2	0.4	0.8	1.6		
初始体重 IBW/g	1 741.77	1 765.51	1 732.84	1 756.39	1 754.00	206.975 8	0.890 1
末期体重 FBW/g	2 885.17^{b}	2 896.61^{b}	2 921.14^{b}	3 033.21^{a}	2 901.38^{b}	0.214 3	0.022 3
平均日增重 ADG/(g/d)	18.75	19.27	19.71	20.84	19.46	3.328 3	0.167 1
平均日采食量 ADFI/(g/d)	172.93^{Bb}	179.93^{Aa}	181.17^{Aa}	183.69^{Aa}	180.44^{Aa}	3.725 4	0.000 1
料重比 F/G	9.22	9.34	9.19	8.81	9.27	1.116 4	0.091 0

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），不同大写字母表示差异极显著（*P*<0.01），相同或

无字母表示差异不显著（P>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), and with different capital letter superscripts mean significant difference (P<0.01), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as below.

2.2 饲粮碘添加水平对生长獭兔屠宰性能及肌肉品质的影响

由表3可知，饲粮碘添加水平对獭兔的前腿肌肉率有极显著影响（P=0.004 5），其中0.8 mg/kg组极显著高于其他4组（P＜0.01）；饲粮碘添加水平对獭兔的后腿肌肉率有显著影响（P=0.033 6），同样在0.8 mg/kg组达到最高值。饲粮碘添加水平对獭兔肉色的红度值有显著影响（P=0.049 8），对亮度和黄度值无显著影响（P＞0.05）。饲粮碘添加水平对獭兔的全净膛率、背腰肌肉率、$pH_{45\ min}$、$pH_{24\ h}$和肌肉失水率无显著影响（P＞0.05）。

表 3 饲粮碘添加水平对生长獭兔屠宰性能及肌肉品质的影响

Table 3 Effects of dietary iodine supplemental level on slaughter performance and meat quality of growing Rex rabbits (n=8)

项目 Items	饲粮碘添加水平 Dietary iodine supplemental level/(mg/kg)					均方根误差	P 值
	0	0.2	0.4	0.8	1.6	R-MSE	P-value
全净膛率 Eviscerated ratio/%	51.83	51.03	51.89	52.45	51.97	0.022 3	0.597 7
背腰肌肉率 Lumbar muscle ratio/（g/kg）	22.41	23.03	23.26	24.74	23.33	3.170 3	0.181 4
前腿肌肉率 Fore leg muscle ratio/（g/kg）	8.84^{Bb}	9.20^{Bb}	10.02^{Bb}	11.83^{Aa}	9.46^{Bb}	1.560 2	0.004 5
后腿肌肉率 Hind leg muscle ratio/（g/kg）	11.65^{b}	12.95^{b}	14.48^{ab}	14.70^{a}	13.13^{a}	1.931 6	0.033 6
$pH_{45\ min}$	6.54	6.65	6.53	6.69	6.68	0.194 3	0.349 3
$pH_{24\ h}$	6.76	6.79	6.91	6.79	6.86	0.127 7	0.134 3
失水率 Water loss ratio/%	6.93	7.31	7.65	7.00	7.66	0.017 4	0.288 1
亮度 Lightness	39.56	38.74	42.93	42.48	41.31	3.299 1	0.066 9
红度 Redness	42.14^{b}	42.93^{ab}	44.48^{ab}	45.10^{a}	45.40^{a}	2.462 8	0.049 8
黄度 Yellowness	-7.88	-7.50	-7.00	-8.13	-7.63	1.165 2	0.863 2

2.3 饲粮碘添加水平对生长獭兔皮张质量的影响

由表4可知，饲粮碘添加水平对獭兔的皮张面积（P=0.001 1）和毛被白度（P=0.007 9）

有极显著影响（$P<0.01$），随着饲粮碘添加水平的升高，獭兔的皮张面积先增大后降低，并在0.8 mg/kg组达到最大值。饲粮碘添加水平对獭兔毛皮的撕裂强度有极显著影响（P=0.009 3），在0.4 mg/kg组达到最大值。饲粮碘添加水平对獭兔的皮板厚度有显著影响（P=0.036 0），随着饲粮碘添加水平的升高，獭兔皮板厚度呈现先增高后降低的趋势，在0.8 mg/kg组达到最大值。饲粮碘添加水平对獭兔的皮张重量有显著影响（P=0.014 3），在0.8 mg/kg组达到最大值。饲粮碘添加水平对獭兔的毛囊密度、毛被光泽度、毛被长度、撕裂断点厚度、抗张强度及规定负荷伸长率均没有显著影响（$P>0.05$）。

表 4　饲粮碘添加水平对生长獭兔皮张质量的影响

Table 4　Effects of dietary iodine supplemental level on fur quality of growing Rex rabbits (n=8)

项目 Items	饲粮碘添加水平 Dietary iodine supplemental level/(mg/kg)					均方根误差 R-MSE	P 值 P-value
	0	0.2	0.4	0.8	1.6		
皮张面积 Fur area/cm^2	1 431.25^{Cc}	1 545.25^{Bb}	1 634.75^{ABab}	1 678.50^{Aa}	1 573.50^{ABab}	110.881 5	0.001 1
皮张重量 Fur weight/g	405.63^{b}	437.50^{b}	452.50^{a}	467.50^{a}	438.75^{ab}	34.083 7	0.014 3
皮板厚度 Fur thickness/mm	1.81^{b}	2.11^{ab}	2.11^{ab}	2.39^{a}	2.03^{ab}	0.425 3	0.036 0
毛囊密度 Hair follicle density/mm^2	323.08	323.26	325.58	326.21	326.13	1.582 8	0.246 7
毛被光泽度 Fur glossiness（20°）	1.79	1.80	1.82	1.81	1.73	0.189 5	0.776 2
毛被白度 Fur whiteness（10°）	86.58^{ABab}	85.24^{ABab}	89.01^{Aa}	88.27^{Aa}	83.79^{Bb}	2.546 2	0.007 9
毛被长度 Wool length/cm	2.41	2.39	2.48	2.41	2.33	2.204 4	0.156 3
撕裂强度 Tear strength/（N/mm）	12.14^{ABab}	14.52^{Aa}	14.54^{Aa}	10.39^{Bb}	11.90^{ABab}	2.566 5	0.009 3
撕裂断点厚度 Tearing break point thickness/mm	2.42	1.85	2.22	2.27	2.08	2.607 0	0.410 5
抗张强度 Tensile strength/（N/mm^2）	6.51	7.16	7.35	6.93	7.02	2.538 7	0.328 9
规定负荷伸长率 Stretched ratio/（N/mm^2）	64.44	66.38	70.87	64.18	57.76	14.314 6	0.442 3

3　讨　论

3.1　饲粮碘添加水平对生长獭兔生长性能的影响

作为微量元素，碘不仅仅是人体所必需的，也是动物生长发育和生产过程中所必需的。碘的主要作用是参与机体甲状腺素的合成，促进生物氧化，调节蛋白质合成和分解，促进糖和脂肪代谢，调节水盐代谢，促进维生素的吸收利用，增强酶的活性，促进生长发育，从而间接影响动物机体的生理功能[7]。奚刚等[4]研究结果表明，饲粮中添加 0.50～1.50 mg/kg 碘能提高母猪产仔数及仔猪平均初生重、平均出生窝重。许斌等[8]用碘酸钾作为添加剂，在奶牛饲粮中添加 0.41 mg/kg 碘，能满足奶牛对碘的需求，并能提高奶牛妊娠率、平均情期受胎率和一次情期受胎率，提高奶牛日均产奶量，提高繁殖性能和生产性能。Bedi 等[9]发现山羊每天补充 0.08 mg 碘可获得较好的生长率。李星晨等[10]分别饲喂在基础饲粮中添加 0.2、0.4、0.8、1.6、3.2 mg/kg 碘的试验饲粮，试验结果表明，1～4 周龄五龙鹅饲粮中碘添加水平为 0.4 mg/kg 时，ADG 和 ADFI 最高；与对照组相比，可显著提高 ADG 和 ADFI，显著降低 F/G。刘汉中等[11]研究发现，饲粮添加碘能显著提高断奶至 2 月龄肉兔 ADG。本试验结果表明，在 IBW 无显著差异的情况下，饲粮碘添加水平对生长獭兔的 FBW 有显著影响，对 ADFI 有极显著影响；随着饲粮碘添加水平的升高，二者均为先升高后降低并在饲粮碘添加水平为 0.8 mg/kg 时达到最大质。这说明饲粮中添加一定水平的碘有助于生长獭兔生长性能的提高，这与前人研究结果是一致的。

3.2　饲粮碘添加水平对生长獭兔屠宰性能及肌肉品质的影响

全净膛率是衡量畜禽屠宰性能非常重要的指标，与饲粮的营养状况直接关系。本试验结果显示，饲粮中碘添加水平对獭兔的全净膛率没有显著影响，但随着碘添加水平的升高有先升高后降低的趋势，在 0.8 mg/kg 组达到最大值；饲粮中碘添加水平对獭兔的后腿肌肉率有显著影响，0.8 mg/kg 组后腿肌肉率显著高于对照组；饲粮中碘添加水平对獭兔的前腿肌肉率有极显著影响，0.8 mg/kg 组极显著高于其他组。这表明饲粮碘的添加提高了生长獭兔前后腿的肌肉沉积。李星晨等[10]研究表明，饲粮中添加 0.4 mg/kg 碘可极显著提高五龙鹅半净膛率、全净膛率、胸肌率，显著提高屠宰率和腿肌率。Meyer 等[12]发现饲粮中碘的添加对生长育肥牛的屠宰性能没有显著影响，造成结果不一致的原因可能是试验动物种类不同。兔肉因其高蛋白质、高赖氨酸、高消化率、低脂肪等优点，被专家称为美容肉、益智肉[13]。赵明夫[14]指出，肉色和肌肉 pH 及滴水损失等作为评价肉品质的指标。本试验结果显示，饲粮碘的添加对肌肉红度影响显著，在 0.8 mg/kg 组红度值最低，这说明适宜的碘可以改善生长獭兔的肌肉品质。

3.3　饲粮碘添加水平对生长獭兔皮张质量的影响

獭兔皮毛细密平齐、色泽光亮并且具有较好的保暖性，被称为世界第 4 毛皮原料皮。其

质量的高低要受到多种因素的影响，除品种、年龄等因素外，饲粮的营养状况是影响其质量的重要因素。张福勋[15]研究指出，适宜的营养水平与充足的采食量可以显著提高獭兔的皮张质量。皮张面积、被毛密度、皮张重量和皮板厚度等是评价皮张质量的重要指标。本试验除以上指标外，还根据吴金山[16]提出的可以从兔皮张色泽、板质优劣几个方面来进行评定獭兔的皮张质量，设置了毛被光泽度、撕裂强度和撕裂断点厚度等试验指标。獭兔皮在外力作用下的变形情况和它们所能承受的作用力，是评价其成革力学性能的重要指标之一，也是判定兔皮制品的品质及耐用性能指标之一。抗张强度具体是指试样在受到轴向力拉伸而断裂时，单位横截面积上所能承受的力大小，而撕裂强度在于了解兔毛皮的针缝的坚牢程度[17]。本试验结果表明，饲粮碘添加水平对獭兔皮毛囊密度、毛被光泽度、撕裂断点厚度、抗张强度和规定负荷伸长率均没有显著影响；饲粮碘添加水平对獭兔皮张重量和皮板厚度有显著影响，均在 0.8 mg/kg 组达到最大值；饲粮碘添加水平对獭兔对皮张面积、毛被白度和撕裂强度有极显著影响，其中毛被白度和撕裂强度在 0.4 mg/kg 组达到最大值。

4 结　论

综合本试验测定指标，生长獭兔饲粮碘的适宜添加水平为 0.8 mg/kg（饲粮中碘的实测值为 0.92 mg/kg）。

参考文献：

[1] 杨正.现代养兔[M].北京:中国农业出版社,1999.

[2] 孙全文.必需微量元素碘对家兔的营养作用[J].中国养兔,2009(5):34–39.

[3] 朱卫华,余红梅.猪碘缺乏症的诊断报告[J].上海畜牧兽医通讯,2000(1):31.

[4] 奚刚,许梓荣,钱利纯.日粮中碘水平对妊娠母猪繁殖性能的影响[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2000,26(2):165–168.

[5] NRC.Nutrient requirements of rabbits[M].2nd ed.Washington,D.C.:National Academy Press,1977.

[6] DE BLAS C,MATEOS G.Nutrition of the rabbit[M].New York:CABI Publishing,1998:297–308.

[7] 孔祥瑞.必需微量元素的营养、生理及临床意义[M].合肥:安徽科学技术出版社,1992,121.

[8] 许斌.奶牛碘缺乏症及其防治试验[J].畜牧与兽医,2000,32(1):13–15.

[9] BEDI S P S,PATTANAIK A K,KHAN S A,et al.Effect of graded levels of iodine supplementation on the performance of barbari goats[J].Indian Journal of Animal

Sciences,2000,70:736–739.

[10] 李星晨,王宝维,王福香,等.碘对 1～4 周龄五龙鹅生长性能、屠宰性能和血清抗氧化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(4) :1084–1089.

[11] 刘汉中,麻名文,李鑫,等.日粮碘添加水平对断奶至 2 月龄生长肉兔生长性能和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2010,22(4) :1076–1080.

[12] MEYER U,WEIGEL K,SCHÖNE F,et al.Effect of dietary iodine on growth and iodine status of growing fattening bulls[J].Livestock Science,2008,115(2/3):219–225.

[13] 王建桥,范益飞,马建胜.慈溪市獭兔生产现状及发展思路调查[J].浙江畜牧兽,2003,28():15–16.

[14]赵明夫.肉质评价的指标[J].农牧产品工程,2012(5):279.

[15]张福勋.獭兔毛皮张质量与取皮时间的相关性研究[J].当代畜牧,2005(6):4–6.

[16]吴金山.如何评定獭兔皮质量[J].中国养兔,2005(1):44–45.

[17]中国轻工业联合会综合业务部.中国轻工业标准汇编(毛皮与制革卷)[M].2 版.北京:中国标准出版社,2006:90–97.

Effects of Dietary Iodine Supplemental Level on Growth Performance, Slaughter Performance, Meat Quality and Fur Quality of Growing Rex Rabbits

SHEN Lei[1,2] LIU Gongyan[1,2] ZUO Wenshan[1,2] ZHAO Xiaoyu[1,2] LIU Lei[1,2] LI Fuchang[1,2*]

(1. *College of Animal Science and Technology, Shandong Agricultural University, Shandong* 271018, *China;* 2. *Shandong Provincial Key Laboratory of Animal Biotechnology and Disease Control and Prevention, Shandong* 271018, *China*）

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of dietary iodine supplemental level on growth performance, slaughter performance, meat quality and fur quality of 3 to 5-month-old growing Rex rabbits. Two hundred 3-month-old healthy Rex rabbits with similar body weight were randomly divided into 5 groups with 40 replicates in each group and 1 rabbit in each replicate. Rabbits in 5 groups were fed basal diets supplemented with 0, 0.2, 0.4, 0.8 and 1.6 mg/kg iodine (in the form of potash iodide), respectively. The adaptation period lasted for 7 days and the formal period lasted for 53 days. The results showed as follows: 1) under the condition of there was no significant difference on initial body weight (IBW), dietary iodine supplemental level

had significant influence on final body weight (FBW) of Rex rabbits ($P < 0.05$), and had extremely significant influence on average daily feed intake (ADFI) of Rex rabbits ($P<0.01$), and had no significant influence on average daily gain (ADG) and feed/gain (F/G) of Rex rabbits ($P>$ 0.05); the highest ADG and ADFI was in 0.8 mg/kg group, and the lowest F/G was in 0.8 mg/kg group. 2) Dietary iodine supplemental level had significant influences on hind leg muscle ratio and redness value of Rex rabbits ($P < 0.05$), and had extremely significant influence on fore leg muscle ratio ($P<0.01$), but had no significant influence on eviscerated ratio, back lumbar muscle ratio and meat quality indices including pH, drip loss ratio and meat color (lightness and yellowness values) ($P > 0.05$). 3) Dietary iodine supplemental level had extremely significant influence on fur area, fur whiteness and tear strength of Rex rabbits ($P<0.01$), and the highest values were at 0.8, 0.4 and 0.4 mg/kg group, respectively. Dietary iodine supplemental level had significant influence on fur weight and fur thickness of Rex rabbits ($P < 0.05$), but had no significant influence on hair follicle density, fur glossiness, fur length, tearing break point thickness, tensile strength and stretched ratio ($P > 0.05$). Considering all indexes of this experiment, the appropriate iodine supplemental level is 0.8 mg/kg for 3 to 5-month-old Rex rabbits (the diet iodine measured value is 0.92 mg/kg).

Key words: iodine; growing Rex rabbits; growth performance; meat quality; fur quality

---

*Corresponding author, professor, E-mail: chlf@sdau.edu.cn （责任编辑　武海龙）